

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of

Sang-Min YOON et al.

Application No.: Unassigned

Filing Date: November 4, 2003

Title: SYSTEM AND METHOD FOR DETECTING FACE

Group Art Unit: Unassigned

Examiner: Unassigned

Confirmation No.: Unassigned

SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents

P.O. Box 1450

Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following priority foreign application(s) in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

Country: Korea

Patent Application No(s).: 10-2002-0067974

Filed: November 4, 2002

In support of this claim, enclosed is a certified copy(ies) of said foreign application(s). Said prior foreign application(s) is referred to in the oath or declaration. Acknowledgment of receipt of the certified copy(ies) is requested.

Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

Stephen Balan
Reg #43,420

P.O. Box 1404
Alexandria, Virginia 22313-1404
(703) 836-6620

Date: November 4, 2003

By

CD

Charles F. Wieland III
Registration No. 33,096

(Translation)

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

Application Number: 10-2002-0067974

Date of Application: November 4, 2002

Applicant(s): Samsung Electronics Co., Ltd.

Dated this 8th day of October, 2003

Commissioner (Seal)



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출 원 번 호 : 10-2002-0067974
Application Number

출 원 년 월 일 : 2002년 11월 04일
Date of Application NOV 04, 2002

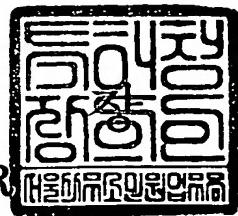
출 원 인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 10 월 08 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.11.04
【발명의 명칭】	얼굴 검출 시스템 및 방법
【발명의 영문명칭】	SYSTEM AND METHOD FOR DETECTING FACE
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	김동진
【대리인코드】	9-1999-000041-4
【포괄위임등록번호】	2002-007585-8
【발명자】	
【성명의 국문표기】	윤상민
【성명의 영문표기】	YOON,Sang Min
【주민등록번호】	750618-1408313
【우편번호】	449-712
【주소】	경기도 용인시 기흥읍 삼성종합기술원 기숙사 C-414
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	기석철
【성명의 영문표기】	KEE,Seok Cheol
【주민등록번호】	640428-1019213
【우편번호】	449-900
【주소】	경기도 용인시 기흥읍 삼성아파트 104동 701호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 김동진 (인)

1020020067974

출력 일자: 2003/10/15

【수수료】

【기본출원료】	20	면	29,000	원
【가산출원료】	9	면	9,000	원
【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	20	항	749,000	원
【합계】		787,000	원	
【첨부서류】		1.	요약서·명세서(도면)_1통	

【요약서】**【요약】**

본 발명은 어떠한 조건의 얼굴영상이 입력되더라도 입력된 얼굴영상의 가려짐 여부를 정확하고 빠르게 판단할 수 있는 얼굴 검출 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 입력된 얼굴영상에서 PCA를 이용하여 아이겐벡터 및 가중치를 추출한 후 가려짐 판단 알고리즘에 상기 추출된 사용자의 아이겐벡터 및 가중치를 대입하여 얼굴영상의 가려짐 여부를 판단하는 것을 특징으로 한다.

【대표도】

도 2

【색인어】

얼굴영상, PCA, SVM

1020020067974

출력 일자: 2003/10/15

【명세서】

【발명의 명칭】

얼굴 검출 시스템 및 방법{SYSTEM AND METHOD FOR DETECTING FACE}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명에 따른 얼굴 검출 시스템의 개략적인 블럭도.

도 2는 본 발명에 따른 얼굴 검출 방법의 흐름도.

도 3은 본 발명에 따른 얼굴 검출 방법이 적용된 얼굴영상 인증 방법의 흐름도.

도 4는 얼굴영상의 크기를 정규화시킨 일실시예를 나타낸 도면.

도 5는 다수의 트레이닝 영상을 예시적으로 나타낸 도면.

< 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 >

100 : 메모리부 200 : 얼굴영상 인식부

210 : 흑백화부 220 : 얼굴영상 검출부

230 : 얼굴영상 정규화부 240 : 얼굴영상 분할부

250 : 아이겐벡터/가중치 추출부 300 : 얼굴영상 판단부

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <11> 본 발명은 얼굴 검출 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 특히 가려짐 판단 알고리즘을 이용하여 정확하고 빠르게 얼굴영상의 가려짐 여부를 판단할 수 있는 얼굴 검출 시스템 및 방법에 관한 것이다.
- <12> 정보사회가 발전함에 따라 무인자동화기기가 급속하게 보급되고 있으며, 이러한 과정에서 타인의 신용카드나 비밀번호 등을 이용하여 돈을 인출하는 금융범죄가 증가하고 있다. 이에 대비하여 무인자동화기기에 무인 감시 카메라를 설치하여 범죄자를 식별하고 있으나, 범죄자들은 자신의 얼굴이 무인 감시 카메라에 찍히지 않도록 선글라스나 모자 등을 착용한 후 범죄를 자행하고 있어 범죄자의 얼굴 식별에 어려움이 있다.
- <13> 국내특허 제 0306355호(사용자식별시스템 및 이를 이용한 현금인출기)는 사용자의 얼굴영상을 취득하여 살색에 가까운 영역만 필터링한 뒤 얼굴의 존재영역을 얻어낸 후 먼저 눈의 위치를 추출한 후 눈의 위치를 기준으로 입과 코의 존재가능 범위를 설정한후 확인가능한 특징점이 존재하는지 확인함으로써 얼굴을 인식하는 사용자 식별 시스템이 개시되어 있다. 그러나, 눈 위치를 추출한 후 추출된 눈 위치를 기준으로 입과 코의 위치를 추출함으로써, 눈의 위치가 추출되지 않을 경우 코, 입 역시 추출하기 어려우며, 또한 사용자의 영상 데이터 자체를 검색하는 것이 아니라 사용자의 식별을 위한 얼굴 구성요소(눈, 코, 및 입 등)의 존재 여부만을 체크하므로 정확한 사용자 얼굴검출을 수행할 수 없다는 문제점이 있다.

<14> 또한, 국내특허 제0293897호(은행거래시스템의 거래자 안면인식 방법)는 체인트락킹을 이용하여 입력된 사용자 영상과 일치하는 얼굴 후보개체들을 결정하고, 윤곽점 추출 및 명도값을 비교하여 눈과 입에 해당하는 도형을 찾은 후 얼굴인지도 값을 계산한 후 하나의 얼굴후보개체만을 추출하여 추출된 얼굴부호개체의 얼굴인지도값과 기준 얼굴인지도값을 비교하여 얼굴 인식을 하는 안면인식방법이 개시되어 있다. 그러나, 눈 또는 입의 윤곽점 추출여부에 따라 눈 또는 입의 존재여부가 판단되므로 눈의 모양 및 크기와 비슷한 선글라스를 착용한 경우 선글라스를 눈으로 오인식 하는 문제점이 있다.

<15> 또한, 종래의 얼굴인식 기술은 칼라 이미지를 사용하기 때문에 조명의 영향으로 인해 코와 입의 특징이 변화됨으로 특징점을 파악하는데 어려움 있으며, 이로 인해 정상 사용자의 코와 입의 특징점을 파악하지 못해 부정 사용자로 오인식하는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<16> 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 다양한 조건의 얼굴영상이 입력되더라도 입력된 얼굴영상의 가려짐 여부를 정확하고 빠르게 판단할 수 있는 얼굴 검출 시스템 및 방법을 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<17> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 입력된 얼굴영상에서 PCA를 이용하여 아이겐벡터 및 가중치를 추출한 후 가려짐 판단 알고리즘에 상기 추출된 사용자의 아이겐벡터 및 가중치를 대입하여 얼굴영상의 가려짐 여부를 판단하는 것을 특징으로 한다.

<18> 이하, 첨부한 도면들을 참조로 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다.

<19> 도 1은 본 발명에 따른 얼굴 검출 시스템의 개략적인 블럭도로서, 메모리부(100), 얼굴영상 인식부(200), 얼굴영상 판단부(300)로 구성된다.

<20> 메모리부(100)는 다수의 트레이닝 영상으로부터 추출된 아이겐벡터와 가중치가 저장되어 있으며, 조명변화, 표정변화, 수염, 스케일링 시프트(scaling shift), 회전(rotation) 변화 등이 반영된 정상적인 얼굴영상에서 아이겐벡터와 가중치를 추출하여 저장한 정상적인 얼굴영상 클래스와, 조명변화, 표정변화, 스케일링 시프트, 회전 변화 등이 반영된 부분적으로 가려진 얼굴영상에서 아이겐벡터와 가중치를 추출하여 저장한 가려진 얼굴영상 클래스로 분류되어 있다. 즉, 상기 정상적인 얼굴영상이란 확인 가능한 얼굴영상을 말하며, 가려진 얼굴영상이란 선글라스, 마스크, 및 목도리 등으로 얼굴이 부분적으로 가려져 확인이 불가능한 얼굴영상을 말한다. 여기서, 상기 정상적인 얼굴영상 클래스와 가려진 얼굴영상 클래스는 사용자 얼굴영상의 가려짐 여부를 판단하기 위한 가려짐 판단 알고리즘을 유도하기 위해 사용되며, 정상적인 얼굴영상 클래스는 1값을, 가려진 얼굴영상 클래스는 -1값을 갖는다. 상기 가려짐 판단 알고리즘을 유도하는 방법은 하기 수학식에서 상세히 설명하기로 한다.

<21> 얼굴영상 인식부(200)는 입력된 얼굴영상에서 PCA(Principal Component Analysis)를 이용하여 아이겐벡터 및 가중치를 추출하는 것으로서, 흑백화부(210), 얼굴영상 검출부(220), 얼굴영상 정규화부(230), 얼굴영상 분할부(240), 아이겐벡터/가중치 추출부(250)로 구성된다.

<22> 흑백화부(210)는 입력된 영상이 칼라 이미지인 경우 이를 흑백 이미지로 변환시키는 것으로, RGB(Red, Green, Blue) 방식의 칼라 이미지에서는 색상 성분과 밝기 성분이 함께 혼용되어 있기 때문에 아이겐벡터 추출시 밝기 변화에 의한 오류가 나타날 수 있기 때문이다.

<23> 얼굴영상 검출부(220)는 입력된 영상에서 배경과 얼굴을 분리하는 기술로서 가버필터를 이용하여 입력된 영상에서 얼굴영역을 검출한다. 여기서, 가버필터를 이용한 얼굴영역 검출방법은 입

력된 영상에 다양한 방향성과 주파수를 갖는 가버필터들의 집합을 적용시키고 그 반응값에 따라 얼굴영역을 검출하는 것이다.

<24> 얼굴영상 정규화부(230)는 검출된 얼굴영역에 있어서 조명에 의한 영상의 명도 보정, 카메라와의 거리에 의한 얼굴의 크기 보정, 얼굴영상의 기울어짐 보정 등을 수행하여 얼굴영역을 정규화 시킨다.

<25> 얼굴영상 분할부(240)는 정규화된 얼굴영역에서 눈 주변을 중심으로 하는 상위영역과, 코와 입을 중심으로 하는 하위영역으로 분할한다. 여기서, 상위영역과 하위영역으로 분리하는 이유는 각 얼굴의 구성요소를 추출하는데 있어 탐색영역이 지나치게 넓을 경우 찾아야 할 영역을 벗어나 엉뚱한 곳에 있는 아이겐벡터를 추출할 우려가 있으므로, 각 얼굴 구성요소의 탐색영역의 크기를 제한함으로써 각 얼굴 구성요소의 아이겐벡터를 빠르고 정확하게 추출할 수 있도록 하기 위함이며, 또한 주변 영역이 제거하여 노이즈 성분을 줄이기 위해서이다.

<26> 아이겐벡터/가중치 추출부(250)는 분할된 얼굴영역별로 PCA를 이용하여 각 얼굴 주요 구성요소인 눈, 코 및 입의 아이겐벡터 및 가중치를 추출한다. 여기서, 아이겐벡터 추출시 눈, 코, 및 입이 위치하는 얼굴영역이 제한되어 있으므로 눈, 코 및 입의 아이겐벡터를 동시에 추출할 수 있다.

<27> 이하, PCA를 이용하여 아이겐벡터 및 가중치를 추출하는식을 설명한다.

$$\Gamma = [r_1, r_2, r_3, \dots, r_{IJ-1}, r_{IJ}] \quad (1)$$

$$\Gamma' = [r_1', r_2', r_3', \dots, r_{IJ-1}', r_{IJ}] \quad (2)$$

$$\Psi = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Gamma_i$$

【수학식 1】

<31>

$$\Psi' = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Gamma'_i$$

<32>

상기 (1)의 Γ 는 메모리부(100)의 정상적인 얼굴영상 클래스에 저장된 크기가 I × I인 얼굴영상이고, (2)의 Γ' 는 메모리부(100)의 가려진 얼굴영상 클래스에 저장된 크기가 I × I인 얼굴영상이다.

<33>

상기 수학식1은 평균 얼굴영상을 구하는 식으로서, 각각 정상적인 얼굴영상과 가려진 얼굴영상의 평균 얼굴영상을 나타낸다. 여기서, N은 정상적인 얼굴영상들의 총 갯수를 나타내며, M은 가려진 얼굴영상들의 총 갯수를 나타낸다.

<34>

먼저, 정상적인 얼굴영상을 기초로 아이겐벡터 및 가중치 추출 방법을 설명한다.

<35>

상기 Γ 를 수학식1의 Ψ 에 적용하여 평균 얼굴영상을 구하고, 얼굴영상(Γ)에서 평균 얼굴영상(Ψ)을 뺀 Φ_i 라는 벡터를 구한다.

<36>

$$\text{즉, } \Phi_i = \Gamma - \Psi$$

<37>

이렇게 구해진 Φ_i 벡터를 이용해서 공분산 행렬(covariance)을 만드는데, 공분산 행렬을 만드는 식은 하기 수학식2와 같다.

<38>

$$\text{【수학식 2】 } C = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Phi_i \Phi_i^T$$

<39>

$$C = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Phi_i \Phi_i^T$$

<40>

상기 수학식2을 이용하여 고유값(λ_i)과 아이겐벡터(u_i)를 구할 수 있는데, 먼저 $Cx = \lambda x$ 식을 이용하여 고유값을 구한 후 아이겐벡터를 구한다.

<41> 그 다음, 상기 아이겐벡터를 이용하여 가중치를 구할 수 있으며, 가중치를 구하는 수식은 하기 수학식3과 같다.

<42> 【수학식 3】 $w_f = (\Gamma - \psi) \times u_i$

<43> 상기 수학식3을 이용하여 가중치(w_f)를 구한다.

<44> 상기에서는 정상적인 얼굴영상에서의 아이겐벡터 및 가중치 추출 방법만을 설명하였으나, 부분적으로 가려진 얼굴영상에서의 아이겐벡터 및 가중치 추출 방법 역시 정상적인 얼굴영상에서의 아이겐벡터 및 가중치 추출 방법과 동일하다. 또한, 얼굴영역에서의 아이겐벡터 및 가중치 추출은 상위영역과 하위영역 각각에서 추출한다.

<45> 얼굴영상 판단부(300)는 메모리부(100)에 저장된 트레이닝 영상에서 얻어진 가려짐 판단 알고리즘을 이용하여 입력된 얼굴영상의 가려짐 여부를 판단하는 것으로, 가려짐 판단 알고리즘의 수식은 하기 수학식4와 같다.

<46> 【수학식 4】 $f(x) = sign(\sum_{i=1}^I v_i \lambda_i K(x, x_i) + b)$

<47> 상기 수학식4의 가려짐 판단 알고리즘에서 얻어진 값이 1일 경우 정상적인 얼굴영상으로, -1일 경우 부분적으로 가려진 얼굴영상으로 판단하는데, 이는 상기 메모리부(100)에 저장된 정상적인 얼굴영상 클래스값을 1로, 부분적으로 가려진 얼굴영상 클래스값을 -1으로 설정하여 트레이닝한 후 가려짐 판단 알고리즘을 구성하였기 때문이다.

<48> 상기 수학식 4에 있어서, v_i 와 λ_i 및 b 는 메모리부(100)에 저장된 정상적인 트레이닝 영상의 클래스값(본 실시예에서는 1), 아이겐벡터, 및 가중치와, 부분적으로 가려진 트레이닝 영상의 클래스값(본 실시예에서는 -1), 아이겐벡터, 및 가중치를 상기 수학식4에 각각 대

입함으로써 설정되며, 이 값들은 메모리부에 저장된 트레이닝 영상이 개신됨에 따라 변화될 수 있다.

<49> 상기 K (polynomial kernel)를 구하는 수식은 다음과 같다.

$$<50> K(x, x_i) = (\langle x \cdot x_i \rangle)^d$$

<51> 여기서, K 는 x 와 x_i 의 내적(즉, $x \cdot x_i = |x| |x_i| \cos(\theta)$)에 의해 구해지는데, 상기 x 는 가중치이고, x_i 는 아이겐벡터이며, d 는 상수이다.

<52> 따라서, 상기 트레이닝 영상의 아이겐벡터 및 가중치를 이용하여 구해진 γ_i 와 λ_i 및 b 값을 적용하고, 가려짐 여부를 판단하고자 하는 얼굴영상에서 추출한 아이겐벡터와 가중치를 $K(x, x_i)$ 에 적용함으로써 가려짐 여부를 판단하고자 하는 얼굴영상의 클래스값 $f(x)$ 를 얻을 수 있다.

<53> 이하, 상기 가려짐 판단 알고리즘의 γ_i 와 λ_i 및 b 를 구하는 과정을 예를들어 설명하고자 한다.

<54> 메모리부(100)에 정상적인 얼굴영상이 5장, 부분적으로 가려진 얼굴영상이 8장이 저장되어 있는 경우, 상기 수학식4의 가려짐 판단 알고리즘의 인자값들(γ_i , λ_i , b)의 유도하는 방법은 다음과 같다.

$$<55> 1 = sign(\sum_{i=1}^L \gamma_i \lambda_i K(x, x_i) + b) \quad \text{정상적인 얼굴영상의 1번째 영상}$$

$$<56> 1 = sign(\sum_{i=1}^L \gamma_i \lambda_i K(x, x_i) + b) \quad \text{정상적인 얼굴영상의 2번째 영상}$$

<57>

<58>

<59>

$$1 = \text{sign} \left(\sum_{i=1}^l y_i \lambda_i K(x, x_i) + b \right)$$

정상적인 얼굴영상의 5번째 영상

<60>

$$-1 = \text{sign} \left(\sum_{i=1}^l y_i \lambda_i K(x, x_i) + b \right)$$

부분적으로 가려진 얼굴영상의 1번째 영상

<61>

$$-1 = \text{sign} \left(\sum_{i=1}^l y_i \lambda_i K(x, x_i) + b \right)$$

부분적으로 가려진 얼굴영상의 2번째 영상

<62>

<63>

<64>

$$-1 = \text{sign} \left(\sum_{i=1}^l y_i \lambda_i K(x, x_i) + b \right)$$

부분적으로 가려진 얼굴영상의 8번째 영상

<65>

상기와 같이 정상적인 얼굴영상인 경우에는 클래스값 $f(x)$ 를 1이라 설정하고, 부분적으로 가려진 얼굴영상인 경우에는 클래스값 $f(x)$ 를 -1이라 설정한 후에 얼굴영상 각각의 가중치와 아이겐벡터를 $K(x, x_i)$ 에 적용하여 상기 다수의 관계식을 만족하는 y_i , λ_i , b 값을 구한다.

<66>

따라서, 입력된 얼굴영상에서 아이겐벡터 및 가중치를 추출하고 추출된 아이겐벡터 및 가중치값을 가려짐 판단 알고리즘에 대입하면 얼굴영상의 가려짐 판단 여부를 정확하게 판단할 수 있다.

<67>

도 2는 본 발명에 따른 얼굴 검출 방법의 흐름도로서, 먼저 가려짐 여부를 판단하는 가려짐 판단 알고리즘을 유도하는 과정(S150 ~ S158)을 살펴보면 다음과 같다.

- <68> 입력된 트레이닝 영상으로부터 얼굴영역을 검출한다(S150). 여기서, 입력된 트레이닝 영상은 조명변화, 표정변화, 수염, 스케일링 시프트(scaling shift), 회전(rotation) 변화 등이 반영된 정상적인 얼굴영상 및 조명변화, 표정변화, 스케일링 시프트, 회전 변화 등이 반영된 부분적으로 가려진 얼굴영상을 모두 포함한다.
- <69> 상기 검출된 얼굴영역을 정규화한 후(S152), 상기 정규화된 얼굴영역을 눈 주변을 중심으로 하여 상위영역과, 코와 입을 중심으로 하여 하위영역으로 분할하고(S154), 상기 분할된 얼굴영역 별로 PCA를 이용하여 각 얼굴 구성요소의 아이겐벡터 및 가중치를 추출하여 메모리부(100)에 저장한다(S156). 얼굴영역의 아이겐벡터 및 가중치를 검출하는 것에 대해서는 상기 수학식1 내지 수학식3에서 상세히 설명하였으므로 이에 대한 자세한 설명은 생략한다.
- <70> 그 다음, 상기 저장된 아이겐벡터 및 가중치를 기초로 가려짐 판단 알고리즘의 인자들을 설정 한다(S158).
- <71> 상기 단계 S150 내지 단계 S158은 가려짐 여부를 판단하기 위한 알고리즘을 유도하기 위한 것으로, 가려짐 판단 알고리즘이 유도된 후에는 상기 가려짐 판단 알고리즘 유도 과정(S100 ~ S120)은 더 이상 수행되지 않는다.
- <72> 이하 입력된 사용자 영상에 대한 가려짐 여부 판단 과정을 살펴보면 다음과 같다.
- <73> 사용자 영상이 입력되면(S100), 입력된 칼라 이미지의 영상을 흑백 이미지로 변환하고(S102), 가버필터 응답을 이용하여 흑백의 영상에서 얼굴영역을 검출한다(S104). 여기서, 상기 흑백의 얼굴영상을 이용하기 때문에 얼굴색상(예를 들어, 화장한 경우, 피부색의 차이 등)으로 인한 오인식 문제를 줄일 수 있다.

<74> 그 다음, 얼굴영상의 크기, 얼굴영상의 밝기, 및 얼굴영상의 기울어짐 등을 보정하여 얼굴영역을 정규화 한 후(S106), 정규화된 얼굴영역을 눈 주변을 중심으로 하여 상위영역과, 코와 입을 중심으로 하여 하위영역으로 분할하는데(S108), 이로 인해 각 얼굴 구성요소(눈, 코 및 입)의 탐색영역 크기가 제한된다(도 4에 도시됨).

<75> 바람직한 실시예로서, 도 4에 도시된 바와 같이 전체 얼굴영상(320*240)을 60*60으로 정규화시키고, 정규화된 얼굴영상에서 눈의 존재 영역을 (0,5)~(60,30) 즉, 60*25로 설정하고, 코와 입의 존재 영역을 (0,25)~(60,60) 즉, 60*35로 설정한다. 여기서, 상기와 같은 크기로 눈 영역 및 코와 입의 영역을 설정하면 (0,25)~(60,30) 부분이 약 10% 정도 오버랩 된다. 상기 눈 영역과 코와 입의 영역을 오버랩되도록 설정하는 것은, 눈, 코, 입 등의 크기 및 위치가 입력된 얼굴영상에 따라 다양하게 변화되므로, 눈 영역과 코와 입의 영역이 작을 경우 해당 영역에서 발견되는 눈, 코, 입 등의 영상이 절단된 영상일 수 있기 때문이다.

<76> 한편, 상기 제한된 영역에서 각 얼굴 구성요소를 추출하기 때문에 탐색영역의 크기가 제한됨으로써, 얼굴 구성요소의 아이겐벡터 추출 시간을 줄일 수 있고, 머리카락이나 주변 배경 등과 같은 노이즈 성분을 줄일 수 있다.

<77> 상기 분할된 얼굴영역을 기초로 PCA를 이용하여 상위영역에서 눈의 아이겐벡터 및 가중치를 추출하고, 하위영역에서 코와 입의 아이겐벡터 및 가중치를 추출한다(S110).

<78> 그 다음, 상기 추출된 사용자의 아이겐벡터 및 가중치를 상기 단계 S150 내지 단계 S158에서 유도한 가려짐 판단 알고리즘에 적용한다(S112). 즉, 상기 검출된 사용자의 아이겐벡터 및 가중치를 $K(x, x_i)$ 에 적용하여 값을 구하고, 상기 트레이닝 영상의 아이겐벡터 및 가중치를 이용하여 구해진 ν_i , λ_i , β 값들을 적용하여 클래스값 $f(x)$ 를 구한다. 여기서, 클래스값 $f(x)$ 는 상위영역과 하위영역별로 구할 수 있다.

- <79> 이 후, 각각 구해진 상위영역의 클래스값 $f(x)$ 와 하위영역의 클래스값 $f(x)$ 가 1 또는 -1 중 어느 값인지 판단하여 얼굴영상의 가려짐 여부를 판단한다(S114,S118). 따라서, 상기 가려짐 판단 알고리즘을 통해 얻어진 값이 1일 경우에는 정상적인 얼굴영상으로 판단하고(S116), 가려짐 판단 알고리즘을 통해 얻어진 값이 -1일 경우에는 부분적으로 가려진 얼굴영상으로 판단한다(S120).
- <80> 한편, 상기 얼굴영상의 가려짐 여부 판단은 상위영역과 하위영역 각각에 있어서 동시에 수행되며, 상위영역 및 하위영역 중 어느 한 영역이라도 가려진 얼굴영상으로 판단되면 사용자의 얼굴영상은 가려진 것으로 판단한다. 여기서, 상기 상위영역과 하위영역의 가려짐 판단 여부를 동시에 수행함으로써 얼굴영상의 가려짐 여부 판단을 보다 빨리 수행할 수 있다.
- <81> 도 3은 본 발명에 따른 얼굴 검출 방법이 적용된 얼굴영상 인증 방법의 흐름도로서, 먼저 입력된 사용자의 얼굴영상의 가려짐 여부를 판단하는데(S200), 여기서 상기 얼굴영상의 가려짐 여부 판단은 상기 도 2의 단계 S100 내지 단계 S120의 과정을 동일하게 수행함으로써 판단할 수 있다.
- <82> 상기 얼굴영상의 가려짐 여부 판단 결과 사용자의 얼굴영상이 정상적인 얼굴영상으로 판단되면 사용자 인증을 수행하고(S202), 사용자의 얼굴영상이 가려진 얼굴영상으로 판단되면 사용자에게 경고 메세지를 전송한 후(S206), 사용자의 얼굴영상 검출 및 얼굴영상 가려짐 여부 판단을 재 수행한다(S200). 여기서, 사용자의 얼굴영상이 가려진 얼굴영상으로 3회 이상 판단되면 (S208), 사용자 인증을 거부한다(S210).
- <83> 도 5는 다수의 트레이닝 영상을 예시적으로 나타낸 도면으로서, 도 5(a)는 조명이 변화된 영상, 표정이 변화된 영상, 수염이 있는 영상, 스케일링 시프트, 회전 변화 등이 포함된 정상적인

얼굴영상 클래스로써, 조명의 변화, 표정의 변화, 수염, 및 얼굴의 기울어짐 등으로 인해 변화될 수 있는 얼굴 구성요소(눈, 코, 및 입 등)의 특징을 모두 고려한 얼굴영상들의 아이겐벡터 및 가중치가 저장되어 있고, 도 5(b)는 선글라스를 착용한 영상 및 머플러를 착용한 영상 등이 포함된 가려진 얼굴영상 클래스로써, 선글라스, 목도리, 마스크, 조명의 변화, 표정의 변화, 스케일링 시프트, 회전 변화 등으로 인해 변화될 수 있는 얼굴 구성요소의 특징을 모두 고려한 얼굴영상들의 아이겐벡터 및 가중치가 저장되어 있다. 따라서, 트레이닝 영상으로 발생될 수 있는 모든 조건에 대한 얼굴영상이 포함되어 있으므로, 입력되는 얼굴영상들의 가려짐 여부를 오인식 없이 정확하게 검출할 수 있다.

<84> 하기 표1 및 표2는 상기 메모리부(100)에 정상적인 얼굴영상 3200장과, 선글라스를 착용한 얼굴영상 2900장 및 마스크, 머플러를 착용한 얼굴영상 및 얼굴영상이 포함되지 않은 별도의 영상 등을 4500장 저장하여 본 발명의 가려짐 판단 알고리즘의 성능을 테스트한 예를 낸다. 하기 표1은 정상적인 얼굴영상 클래스 및 가려진 얼굴영상 클래스에서 각각 100개의 아이겐벡터를 추출하여 테스트한 결과이다.

<85> 【표 1】

	서포트 벡터 숫자	에러 숫자
상위 영역	250	0
하위 영역	266	1

<86> 즉, 추출된 아이겐벡터를 기초로 가려짐 여부 판단을 200회 이상 실시한 결과 매우 낮은 에러 발생률을 보임을 알 수 있다.

<87> 또한, 하기 표2는 정상적인 얼굴영상에서 가려짐 여부 판단을 수행하여 얻은 결과가 98%의 검색률을 나타낸 경우, 가려진 얼굴영상에서도 동일한 테스트를 하여 얻은 결과를 나타낸

것이다. 여기서, 하기 표2는 370장의 선글라스를 착용한 얼굴영상(즉, 상위영역)과 390장의 머플러를 착용한 얼굴영상(즉, 하위영역)을 테스트한 것이다.

<88> 【표 2】

	검색률	오인식률
상위 영역	95.2%	2.4%
하위 영역	98.8%	0%

<89> 테스트 결과 95% 이상이라는 높은 검색률로 얼굴영역의 가려짐 여부를 판단하며, 그에 따른 오인식률은 극히 낮음을 알 수 있다.

<90> 따라서, 트레이닝 영상으로 발생될 수 있는 모든 조건에 대한 얼굴영상이 포함되어 있으므로, 다양한 조건의 얼굴영상들을 모두 만족하는 가려짐 판단 알고리즘을 유도할 수 있기 때문에 사용자 얼굴영상의 가려짐 여부를 판단하는데 있어서 높은 검색률을 얻을 수 있다.

<91> 이상에서 본 발명에 대하여 상세히 기술하였지만, 본 발명이 속하는 기술 분야에 있어서 통상의 지식을 가진 사람이라면, 첨부된 청구범위에 정의된 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 본 발명을 여러 가지로 변형 또는 변경하여 실시할 수 있음은 자명하며, 따라서 본 발명의 실시예에 따른 단순한 변경은 본 발명의 기술을 벗어날 수 없을 것이다.

【발명의 효과】

<92> 상기한 구성의 본 발명에 의하면, 다양한 조건의 얼굴영상이 입력되더라도 가려짐 판단 알고리즘을 이용하여 입력된 사용자 얼굴영상의 가려짐 여부를 정확하고 빠르게 판단 할 수 있는 잇점이 있다.

<93> 또한, 얼굴영상을 분할하여 얼굴 구성요소의 탐색영역을 제한함으로써, 아이겐벡터 및 가중치 추출시 처리시간을 줄일 수 있고, 머리카락 및 주변 배경 등과 같은 노이즈 성분을 감소시킬

1020020067974

출력 일자: 2003/10/15

수 있으며, 상위영역, 하위영역으로 분할되어 있어 각 해당 영역에서 눈과 코 및 입의 아이겐 벡터 및 가중치를 동시에 추출할 수 있는 잇점이 있다.

<94> 그리고, 흑백 영상을 이용함으로써 주변환경이나 조명등의 영향을 적게 받고, 이로 인해 아이겐벡터 추출시 발생되는 오인식 문제를 감소시킬 수 있는 잇점이 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

다수의 트레이닝 영상으로부터 추출된 아이겐벡터 및 가중치가 저장된 메모리부;
입력된 얼굴영상에서 각 얼굴 구성요소의 아이겐벡터 및 가중치를 추출하는 얼굴영상 인식부;

상기 메모리부에 저장된 트레이닝 영상의 아이겐벡터 및 가중치를 이용하여 가려짐 판단 알고리즘을 유도하며, 상기 얼굴영상 인식부에서 추출된 입력영상의 아이겐벡터 및 가중치를 상기 유도된 가려짐 판단 알고리즘에 대입하여 얼굴영상의 가려짐 여부를 판단하는 얼굴영상 판단부를 포함하는 것을 특징으로 하는 얼굴 검출 시스템.

【청구항 2】

제 1항에 있어서, 상기 메모리부에는 상기 트레이닝 영상의 아이겐벡터 및 가중치가 정상적인 얼굴영상 클래스와 가려진 얼굴영상 클래스로 분류되어 저장된 것을 특징으로 하는 얼굴 검출 시스템.

【청구항 3】

제 1항에 있어서, 상기 얼굴 영상 인식부는 상기 트레이닝 영상에서 각 얼굴 구성요소의 아이겐벡터 및 가중치를 추출하는 것을 특징으로 하는 얼굴 검출 시스템.

【청구항 4】

제 1항에 있어서, 상기 얼굴영상 인식부는
입력된 영상이 칼라 이미지인 경우 이를 흑백 이미지로 변환하는 흑백화부;
상기 흑백으로 변환된 영상에서 얼굴영역을 검출하는 얼굴영상 검출부;

- 상기 검출된 얼굴영역을 정규화하는 얼굴영상 정규화부;
- 상기 정규화된 얼굴영역을 상위/하위 영역으로 분할하는 얼굴영상 분할부; 및
- 상기 분할된 얼굴영역별로 PCA를 이용하여 각 얼굴 구성요소의 아이겐벡터 및 가중치를 추출하는 아이겐벡터/가중치 추출부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 얼굴 검출 시스템.

【청구항 5】

제 4항에 있어서, 상기 얼굴영상 분할부는

전체 얼굴영역을 눈 주변을 중심으로 분할한 상위영역과 코와 입을 중심으로 분할한 하위영역으로 분할하는 것을 특징으로 하는 얼굴 검출 시스템.

【청구항 6】

제 4항에 있어서, 상기 아이겐벡터/가중치 추출부는

상기 얼굴영상 분할부에서 미리 설정해 놓은 눈과 코 및 입의 분할된 영역에서 아이겐벡터 및 가중치를 추출하는 것을 특징으로 하는 얼굴 검출 시스템.

【청구항 7】

제 2항에 있어서, 상기 얼굴영상 판단부는,

상기 정상적인 얼굴영상 클래스값과 가려진 얼굴영상 클래스값을 각각 다르게 설정하고, 상기 트레이닝 영상의 상기 설정된 클래스값, 아이겐벡터 및 가중치를 이용하여 상기 가려짐 판단 알고리즘을 유도하는 것을 특징으로 하는 얼굴 검출 시스템.

【청구항 8】

제 1항에 있어서, 상기 가려짐 판단 알고리즘은,

$$f(x) = \text{sign} \left(\sum_{i=1}^L y_i \lambda_i K(x, x_i) + b \right)$$

(단, y_i 와 λ_i 및 b 는 트레이닝 영상으로부터 얻어진 인자, $K(x, x_i)$ 는 입력된 얼굴영상에서 추출된 아이겐벡터와 가중치)
인 것을 특징으로 하는 특징으로 하는 얼굴 검출 시스템.

【청구항 9】

제 8항에 있어서, 상기 얼굴영상 판단부는,

사용자 얼굴영상의 아이겐벡터 및 가중치를 상기 가려짐 판단 알고리즘에 대입하여 얻은 결과값이 1일 경우 정상적인 얼굴로, 결과값이 -1일 경우 가려진 얼굴로 판단하는 것을 특징으로 하는 얼굴 검출 시스템.

【청구항 10】

제 5항에 있어서, 상기 얼굴영상 판단부는,

얼굴영상의 상위영역과 얼굴영상의 하위영역의 가려짐 여부 판단을 동시에 수행하는 것을 특징으로 하는 얼굴 검출 시스템.

【청구항 11】

입력된 얼굴영상에서 각 얼굴 구성요소의 아이겐벡터 및 가중치를 추출하는 단계; 및
다수의 트레이닝 영상에서 얻은 가려짐 판단 알고리즘에 상기 추출된 사용자의 아이겐벡터 및
가중치를 대입하여 얼굴영상의 가려짐 여부를 판단하는 단계로 구성되는 것을 특징으로 하는
얼굴 검출 방법.

【청구항 12】

제 11항에 있어서, 상기 입력된 얼굴영상에서 각 얼굴 구성요소의 아이겐벡터 및 가중치를 추출하는 단계는,
얼굴영상이 입력되면 상기 얼굴영상을 흑백 이미지로 변환하는 단계;
상기 흑백으로 변환된 영상에서 얼굴영역을 검출하는 단계;
상기 검출된 얼굴영역을 정규화하는 단계;
상기 정규화된 얼굴영역을 상위/하위 영역으로 분할하는 단계;
상기 분할된 얼굴영역별로 PCA를 이용하여 각 얼굴 구성요소의 아이겐벡터 및 가중치를 추출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 얼굴 검출 방법.

【청구항 13】

제 11항에 있어서, 상기 가려짐 판단 알고리즘을 얻는 과정은,
정상적인 얼굴영상 및 가려진 얼굴영상을 포함하고, 정상적인 얼굴영상 클래스값과 가려진 얼굴영상 클래스값이 각각 다르게 설정된 트레이닝 영상에서 각 얼굴 구성요소의 아이겐벡터 및 가중치를 추출하는 단계; 및
상기 추출된 트레이닝 영상의 클래스값, 아이겐벡터 및 가중치를 이용하여 가려짐 판단 알고리즘을 유도하는 단계를 포함하는 것을 구성되는 것을 특징으로 하는 얼굴 검출 방법.

【청구항 14】

제 13항에 있어서; 상기 트레이닝 영상은
스케일링 시프트 또는 회전 변화가 반영된 얼굴영상인 것을 특징으로 하는 얼굴 검출 방법.

【청구항 15】

제 12항에 있어서, 상기 정규화된 얼굴영상을 상위/하위 영역으로 분할하는 단계는,
 전체 얼굴영역을 눈 주변을 중심으로 분할한 상위영역과, 코와 입을 중심으로 분할한 하위영역
 으로 분할하는 것을 특징으로 하는 얼굴 검출 방법.

【청구항 16】

제 12항에 있어서, 상기 분할된 얼굴 영역별로 PCA를 이용하여 각 얼굴 구성요소의 아이겐벡터
 및 가중치를 추출하는 단계는,
 얼굴영역별로 미리 설정해 놓은 눈과 코 및 입의 분할된 영역에서 아이겐벡터 및 가중치를 추
 출하는 것을 특징으로 하는 얼굴 검출 방법.

【청구항 17】

제 11항에 있어서, 상기 가려짐 판단 알고리즘은,

$$f(x) = \text{sign} \left(\sum_{i=1}^I y_i \lambda_i K(x, x_i) + b \right)$$

(단, y_i 와 λ_i 및 b 는 트레이닝 영상으로부터 얻어진 인자, $K(x, x_i)$ 는 입력된 얼
 굴영상에서 추출된 아이겐벡터와 가중치)

인 것을 특징으로 하는 특징으로 하는 얼굴 검출 방법.

【청구항 18】

제 17항에 있어서, 상기 입력된 얼굴영상의 가려짐 여부를 판단하는 단계는,

상기 가려짐 알고리즘에 추출된 사용자의 아이겐벡터 및 가중치를 대입하여 얻은 결과값이 1일 경우 정상적인 얼굴영상으로, 결과값이 -1일 경우 가려진 얼굴영상으로 판단하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 얼굴 검출 방법.

【청구항 19】

제 15항에 있어서, 상기 입력된 얼굴영상의 가려짐 여부를 판단하는 단계는, 얼굴영상의 상위영역과 얼굴영상의 하위영역의 가려짐 여부 판단을 동시에 수행하는 것을 특징으로 하는 얼굴 검출 방법.

【청구항 20】

정상적인 얼굴영상 및 가려진 얼굴영상을 포함하고, 정상적인 얼굴영상 클래스값과 가려진 얼굴영상 클래스값이 각각 다르게 설정된 트레이닝 영상에서 각 얼굴 구성요소의 아이겐벡터 및 가중치를 추출하는 단계;

상기 추출된 트레이닝 영상의 클래스값, 아이겐벡터 및 가중치를 이용하여 가려짐 판단 알고리즘을 유도하는 단계;

입력된 얼굴영상에서 각 얼굴 구성요소의 아이겐벡터 및 가중치를 추출하는 단계;

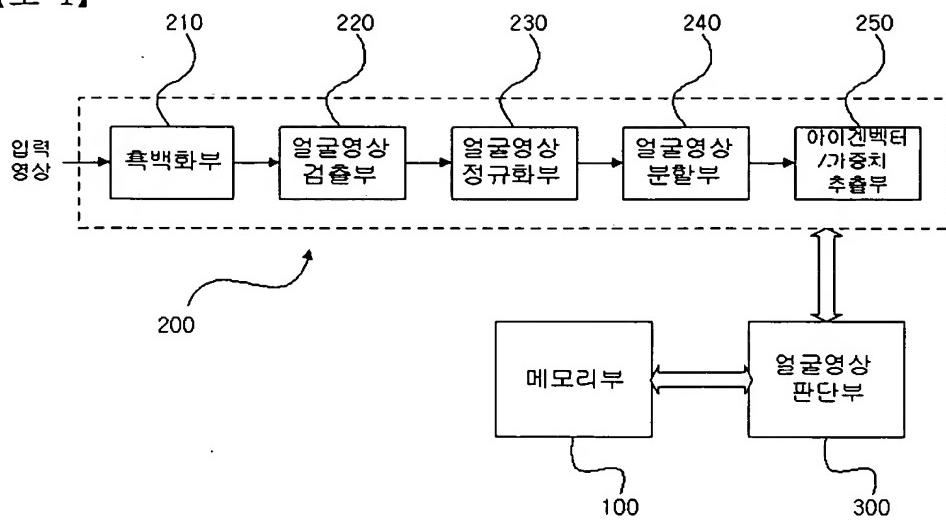
상기 추출된 얼굴영상의 아이겐벡터 및 가중치를 상기 유도된 가려짐 판단 알고리즘에 대입하여 얼굴영상의 가려짐 여부를 판단하는 단계;

상기 입력된 얼굴영상이 가려진 얼굴영상으로 판단되면 경고 메세지를 전송하고 얼굴영상의 가려짐 여부를 재판단하는 단계; 및

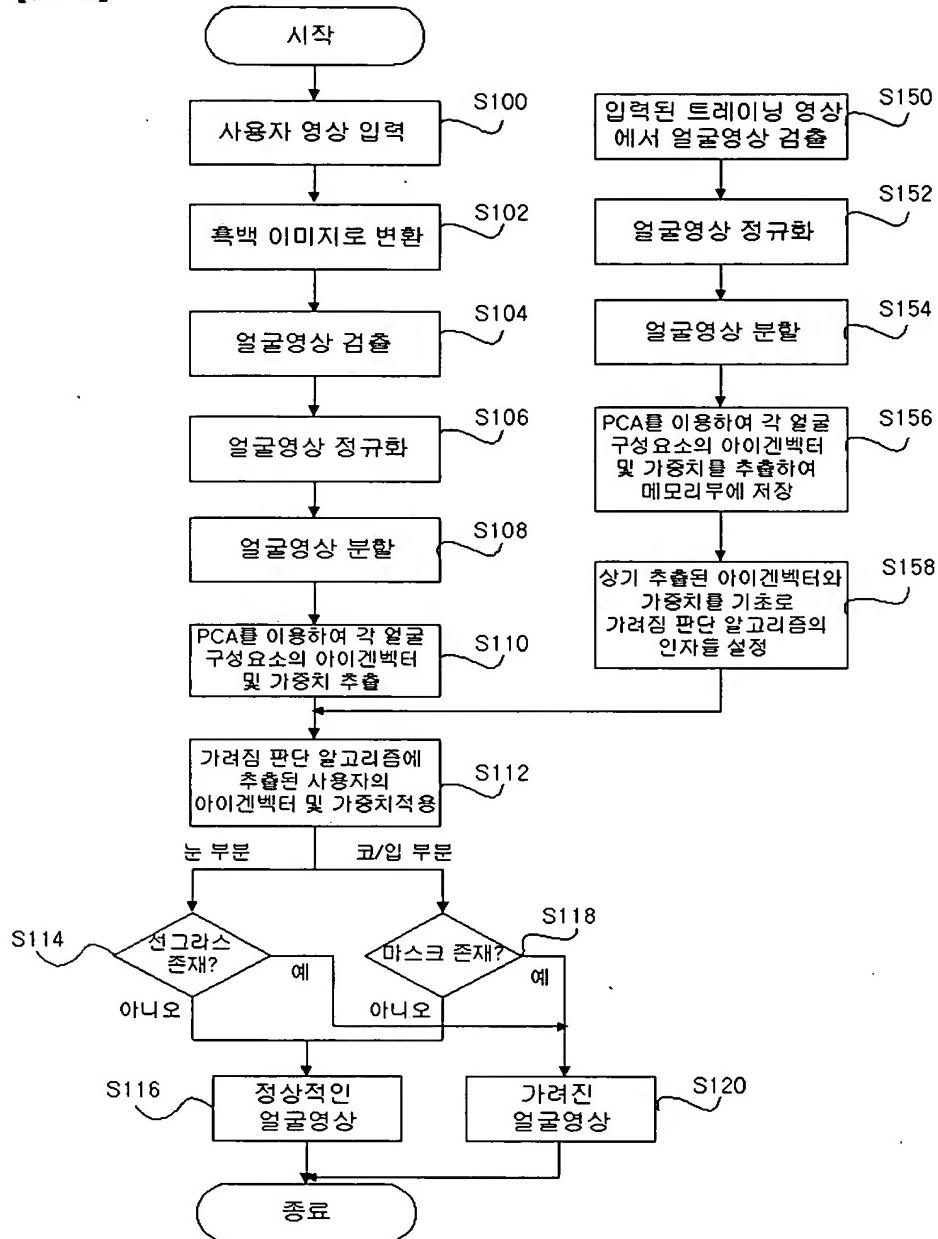
상기 입력된 얼굴영상이 3회 이상 가려진 얼굴영상으로 판단되면 인증을 거부하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 얼굴영상 인증 방법.

【도면】

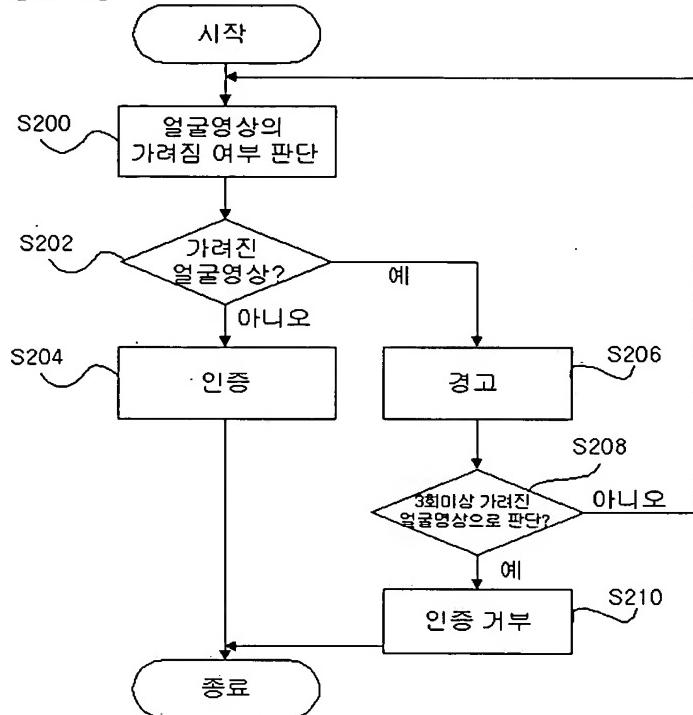
【도 1】



【도 2】



【도 3】



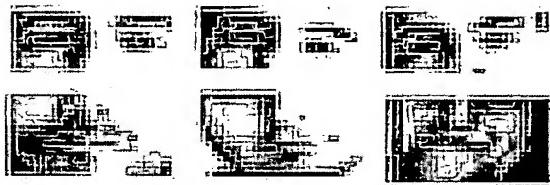
【도 4】



20020067974

출력 일자: 2003/10/15

【도 5a】



【도 5b】

